



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0103851  
(43) 공개일자 2016년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
E21D 5/04 (2006.01) E02D 29/045 (2006.01)  
E21D 11/08 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
E21D 5/04 (2013.01)  
E02D 29/045 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2015-0026756  
(22) 출원일자 2015년02월25일  
심사청구일자 2015년02월25일

(71) 출원인  
연세대학교 산학협력단  
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)  
(72) 발명자  
김상호  
서울특별시 종로구 사직로8길 4, 스페이스본 104동 703호 (사직동)  
(74) 대리인  
최지연, 이명택, 정중원

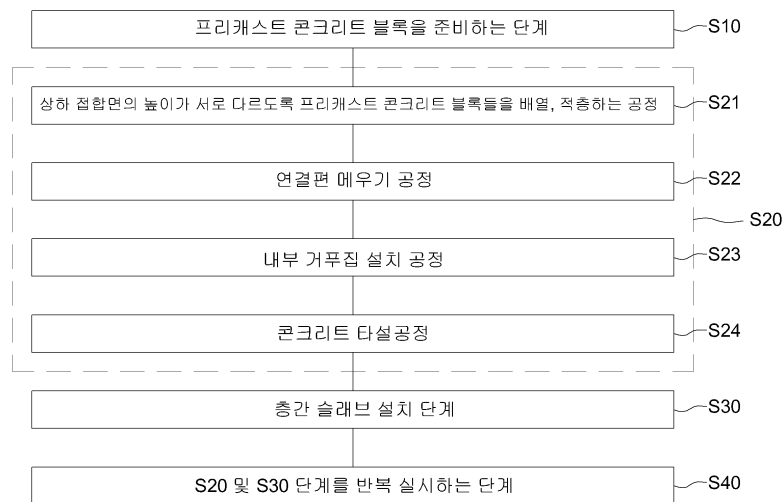
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 프리캐스트 콘크리트 블록들을 이용한 수직형 터널의 시공방법

### (57) 요약

본 발명은 지반의 굴착공에 수직형 터널을 설치하는 시공 방법에 관한 것으로, 수직형 터널의 외벽체를 형성하는 프리캐스트 콘크리트 블록들이 서로 다른 높이에 교차 배열되도록 시공함으로써, 시공기간을 단축하고, 프리캐스트 콘크리트 블록의 제작 및 운반의 편의성을 도모함과 동시에, 상하 적층되는 프리캐스트 콘크리트 블록들의 접합면에 수직형 터널의 원주방향 또는 내부방향으로 작용하는 압력에 대항하는 저항성능을 강화시킨 프리캐스트 콘크리트 블록들을 이용한 수직형 터널의 시공 방법에 관한 것이다.

### 대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

**E21D 11/08** (2013.01)

E21D 2011/08 (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

지반의 굴착공에 수직형 터널을 설치하는 시공 방법에 있어서,

- A) 원호 형상의 프리캐스트 콘크리트 블록 다수를 준비하는 단계;
- B) 상기 굴착공의 내부면을 따라 상기 A) 단계의 프리캐스트 콘크리트 블록들을 원형으로 배열하여 적층하되, 인접한 프리캐스트 블록들의 상하 접합면 높이가 서로 다르게 형성되도록 설치하는 단계;
- C) 상기 B) 단계에서 설치된 프리캐스트 콘크리트 블록들 내부에 프리캐스트 층간 슬래브를 설치하는 단계; 및
- D) 상기 B) 단계와 상기 C) 단계를 반복 실시하여 수직형 터널을 완성하는 단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 수직형 터널의 시공 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 프리캐스트 콘크리트 블록은 양측단에서 측방향으로 돌출 형성된 다수의 전단연결재를 포함하고,

상기 B) 단계에서 프리캐스트 콘크리트 블록들을 배열, 적층할 때, 상기 전단연결재들은 인접한 다른 프리캐스트 콘크리트 블록의 전단연결재들과 서로 간섭되지 않는 형태로 배치되고,

상기 B) 단계는 상기 전단연결재들이 노출된 프리캐스트 콘크리트 블록들 사이의 공간에 콘크리트를 타설하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 터널의 시공 방법.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 프리캐스트 콘크리트 블록은 양측단에서 외부면을 따라 측방향으로 연장 돌출된 연결편을 포함하고,

상기 B) 단계는

서로 접하는 연결편들 사이를 필러로 메우는 마감 처리 공정과,

프리캐스트 콘크리트 블록들의 양측단 내부면에 내부 거푸집을 설치하는 공정,

그리고 상기 연결편들과 상기 내부 거푸집 사이에 콘크리트를 타설하는 공정으로 구성되어, 프리캐스트 콘크리트 블록의 연결편을 외부 거푸집으로 활용하는 것을 특징으로 하는 수직형 터널의 시공 방법.

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프리캐스트 콘크리트 블록은 내부면에서 돌출 형성된 지지턱을 포함하고,

상기 C) 단계는

상기 지지턱 상부에 프리캐스트 층간 슬래브를 설치하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 터널의 시공 방법.

### 발명의 설명

### 기술 분야

본 발명은 지반의 굴착공에 수직형 터널을 설치하는 시공 방법에 관한 것으로, 수직형 터널의 외벽체를 형성하는 프리캐스트 콘크리트 블록들의 상하 접합면이 서로 다른 높이에 형성되도록 시공함으로써, 프리캐스트 콘크

[0001]

리트 블록들간의 연결 구조를 단순화시켜 시공기간을 단축할 수 있으며, 프리캐스트 콘크리트 블록의 제작 및 운반의 편의성을 도모함과 동시에, 프리캐스트 콘크리트 블록들의 상하 접합면의 양 측방향 또는 프리캐스트 콘크리트 블록들의 외부에서 내부방향으로 가해지는 압력에 대항하는 저항성능을 강화시킨 프리캐스트 콘크리트 블록들을 이용한 수직형 터널의 시공 방법에 관한 것이다.

## 배경 기술

- [0002] 일반적으로 도 1a, 도 1b와 같이 수평형 터널(HT) 시공 시 환기 시설 또는 재난 발생 시 대피로 등을 위하여 수평형 터널 일측에 수직형 터널(VT)을 시공하고, 수평형 터널과 수직형 터널 사이를 환기로(1)와 대피로(2)로 연결하여 시공한다.
- [0003] 이 중 수직형 터널(VT)을 시공하는 방법으로는 현장에서 콘크리트를 타설하여 시공하는 현장 타설 공법과, 공장에서 미리 패널, 박스, 블록 등의 형태로 프리캐스트 부재를 제작하여 현장에서 조립, 설치함으로써 시공하는 프리캐스트(Pre-cast) 시공법이 있다.
- [0004] 먼저 현장 타설 공법은 지반에 굴착 후 기초 구조물 공사를 실시한 후에, 합판 거푸집이나 철재 거푸집 또는 유로 거푸집을 지하에서 일정 높이까지 설치하여 층간 높이에 따라 적정 두께의 콘크리트를 타설하여 수직벽체 및 층간 슬래브를 양생하는 방식으로 수직형 터널을 완성하는 가장 일반적인 공법이다.
- [0005] 그러나 지하 20m ~ 100m 정도에 해당하는 수직형 터널을 시공하는 경우에, 일반적인 현장 타설 공법은 공사 기간의 장기화에 따른 지역별 교통 장애 또는 주변 시설물 이용 장애, 일반적 거푸집의 반복 설치 및 해체에 따른 지하수 누수 발생 및 이에 따른 품질 저하, 거푸집 동바리 및 거푸집 설치, 해체 고소 작업에 따른 안전사고의 위험성 증대, 구조물 층고 높이 3m 기준 층별 평균 공사기간이 최소 5일에서 최대 8일 소요에 따른 전체 공사 기간의 장기화에 의한 관리비용 증가 등의 문제점이 있다.
- [0006] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 현장 타설 공법으로써, 등록특허 제10-0913381호(2009.08.26.) "지중 수직 터널 구조물용 슬립폼 및 이를 이용한 지중수직터널 구조물의 시공방법"(이하 종래기술 1이라 함.)은 굴착된 지하에서부터 슬립폼을 상승 이동시켜 일정 높이의 수직벽체를 순차 시공하는 방법이 개시되어 있다.
- [0007] 상기 종래기술 1은 슬립폼을 상승시키면서 수직벽체를 타설하는 동안 중단데크를 이용하여 작업자가 철근 설치 및 연결 작업 등을 동시에 실시하고, 소정 높이의 수직벽체를 타설 완료하면, 지상에 설치된 크레인을 이용해 프리캐스트 슬래브를 슬래브 설치 위치로 하강시키고 아울러 접이식 하단데크와 접이식 이동 사다리를 이용해 수직벽체의 브래킷에 프리캐스트 슬래브를 장착하는 방식으로 이루어진다.
- [0008] 즉, 상기 종래기술 1은 거푸집으로써 슬립폼의 설치 및 해체를 반복 실시하지 않고, 최초 설치된 그대로 상승시켜 지하 최하층부터 수직형 터널의 벽체를 순차적으로 타설하면서, 별도로 제작된 수직형 터널의 층간 슬래브를 순차적으로 연결 설치하는 공법이다.
- [0009] 그러나 상기 종래기술 1은, 미리 제작된 프리캐스트 슬래브를 데크에 형성된 통과공을 통해 하강시켜 콘크리트 타설 후에 슬래브 설치 작업을 실시하는 점에서 차이가 있을 뿐, 기존의 일반적인 현장 타설 공법과 큰 차이가 없으므로, 콘크리트 타설 후 양생에 필요한 공사 기간의 증대 문제를 완전하게 해결할 수 없는 공법으로 그 실효성이 매우 낮은 문제점이 있다.
- [0010] 수직형 터널을 위한 다른 시공 방법으로써, 프리캐스트 시공법은 수직형 터널을 이루는 각각의 부재가 공장에서 미리 제작됨으로써, 균등한 품질 관리가 가능하여 하자 및 보수 발생 빈도를 현저하게 낮출 수 있다는 점, 동절기 및 야간에도 시공이 가능하다는 점, 별도의 양생 기간이 필요하지 않아 공사기간이 짧다는 점 등에서 현장 타설 공법과 비교하여 매우 우수한 장점이 있다.
- [0011] 이러한 프리캐스트 시공법에 관한 종래기술으로써, 등록특허 제10-1188215호(2012.10.05.) "수직구용 프리캐스트 구조물 및 그 시공방법, 이를 이용한 엘리베이터용 승강터널구조물"(이하 종래기술 2라 함.)이 있는데,
- [0012] 상기 종래기술 2는 상면이 개구된 수직로를 갖고 측면에 출입구가 형성된 제1 박스부재와, 상기 제1 박스부재의 수직로와 수직방향으로 연결된 수직로를 갖고, 상하 개구된 중공형의 제2 박스부재를 이용하여, 제1 박스부재의 상측에 복수의 제2 박스부재를 순차적으로 적층하는 공법이다.

- [0013] 그러나 상기 종래기술 2는 엘리베이터용 승강터널구조물과 같이 소형 구조물 설치에 적합할 수 있으나, 수직형 터널 상에 엘리베이터 통로 이외에 작업 및 대피용 비상계단, 대형 환기구, 각종 전기 설비 설치 등을 위한 공간이 모두 포함된 대형 구조물 설치에 적용하기에는 중공형 박스부재의 대형화에 따른 박스부재의 운반, 보관 및 취급이 어려워 현실적으로 이를 적용하여 대형 수직형 터널을 건설하는데 실효성이 떨어지는 문제점이 있다.
- [0014] 즉, 대표적으로 도 1a에 도시된, 고속 철도를 위한 수평형 터널(HT) 일측에 시공되는 수직형 터널(VT)과 같은 대형 구조물의 경우, 수직형 터널 상에 엘리베이터 통로(3) 이외에도 비상계단(4), 대형 환기 시설을 위한 환기 통로(5), 각종 작업 및 점검 설비 이동 또는 설치를 위한 공간(6) 등이 하나의 구조물에 모두 설치(수직형 터널(VT)에서 지칭되지 않은 대피로(2) 하부의 공간은 기계실, 집수조 등으로 이용됨.)되어야 하고, 특히 비상계단이 설치된 공간은 수평형 터널에서 화재 등의 재난 발생 시 대피로로 이용되므로, 환기 통로 등(5)과 별도로 구획화되어 불꽃이나 연기의 유입을 방지하기 위하여, 내부벽체(30)가 소정 두께 이상으로 각 공간들을 구획화시켜 설치되는 등 그 구조 및 구성이 매우 크고 복잡하며, 실제 대형의 수직형 터널의 직경은 대략 10~15m 정도로 매우 크기 때문에, 이러한 수직형 터널을 형성하는 중공형의 박스부재 역시 대형화가 불가피하므로 박스부재의 운반, 보관, 취급 작업이 현실적으로 불가능한 문제점이 있다.
- [0015] 예를 들어 대략 13m 직경의 대형의 중공형 박스부재를 공장에서 미리 제작하여 상기 종래기술 2를 적용할 경우, 공장으로부터 시공 장소까지 대형의 박스부재를 운반해서 보관해야하는데, 도로 제반 여건(도로나 교각 등의 가능 하중 조건, 공장으로부터 시공 장소까지의 각종 터널, 육상 구조물의 크기, 높이 제한 등) 상 운반의 제약이 매우 심하고, 운반 후 보관할 장소의 확보 등이 여의치 않으므로 실질적으로 도 1a와 같은 대형의 수직형 터널 시공에 상기 종래기술 2를 적용하는 데는 현실적으로 많은 어려움이 따른다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

- [0016] 이에 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 대형의 수직형 터널의 시공 기간 단축, 시공의 편의성 확보 및 시공 안정성을 증대시킬 수 있으며, 도로 제반 여건 등에 상관없이 프리캐스트 시공법을 대형의 수직형 터널 공사에 현실적으로 적용 가능하도록 원호 형상의 프리캐스트 콘크리트 블록 다수를 조합하여 수직형 터널을 설치하고, 원호 형상의 프리캐스트 콘크리트 블록들간의 결합력을 증대시키고, 프리캐스트 콘크리트 블록들간의 연결구조를 단순화시킬 수 있도록 함과 아울러, 특히 상하 적층되는 프리캐스트 콘크리트 블록들의 접합면에 수직형 터널의 외부에서 내부방향으로 작용하는 압력에 대항하는 저항성능을 증대시킬 수 있도록 하는 수직형 터널의 시공 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0017] 그리고 본 발명은 원호 형상의 프리캐스트 콘크리트 블록을 교차 적층할 때 블록의 양측단에서 돌출된 전단연결재에 의해 상하 교차 적층 작업이 방해받지 않도록 인접한 프리캐스트 콘크리트 블록들의 전단연결재가 서로 간섭되지 않는 형태로 배치되어 있으며, 블록들 사이의 접합력 강화를 위해 상기 전단연결재들이 노출된 공간에 콘크리트를 타설하는 수직형 터널의 시공 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0018] 또한 본 발명은 콘크리트를 이용해 프리캐스트 콘크리트 블록들을 연결할 때 굴착공의 내부면과, 블록의 외부면 사이의 좁은 공간으로 인해 거푸집 설치 및 해체가 용이하지 않은 문제점을 해결하기 위해 프리캐스트 콘크리트 블록의 양측단에서 외부면을 따라 측방향으로 연장 돌출된 연결편을 도입하여, 연결편들 사이를 메워서 외부 거푸집으로 활용하고, 블록들의 양측단 내부면에 내부 거푸집을 설치하여 연결편들과 내부 거푸집 사이의 공간에 콘크리트를 타설하는 방식의 수직형 터널의 시공 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0019] 나아가 본 발명은 수직형 터널의 길이방향을 따라 다수의 공간으로 구획화시키는 프리캐스트 층간 슬래브의 설치를 쉽게 함과 동시에, 프리캐스트 층간 슬래브가 수직형 터널에 안정적으로 설치, 시공될 수 있도록 프리캐스트 콘크리트 블록의 내부면에 돌출 형성된 지지턱을 도입하여, 상기 지지턱 상부에 프리캐스트 층간 슬래브를 설치하는 수직형 터널의 시공 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

- [0020] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명에 따른 수직형 터널의 시공 방법은
- [0021] 지반의 굴착공에 수직형 터널을 설치하는 시공 방법에 있어서,
- [0022] A) 원호 형상의 프리캐스트 콘크리트 블록 다수를 준비하는 단계;
- [0023] B) 상기 굴착공의 내부면을 따라 상기 A) 단계의 프리캐스트 콘크리트 블록들을 원통형으로 배열하여 적층하되, 인접한 프리캐스트 블록들의 상하부 접합면 높이가 서로 다르게 형성되도록 설치하는 단계;
- [0024] C) 상기 B) 단계에서 설치된 프리캐스트 콘크리트 블록들 내부에 프리캐스트 충전 슬래브를 설치하는 단계; 및
- [0025] D) 상기 B) 단계와 상기 C) 단계를 반복 실시하여 수직형 터널을 완성하는 단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 그리고 본 발명에 따른 수직형 터널의 시공 방법에서
- [0027] 상기 프리캐스트 콘크리트 블록은 양측단에서 측방향으로 돌출 형성된 다수의 전단연결재를 포함하고,
- [0028] 상기 전단연결재들은 상기B) 단계 및 상기 C) 단계에서 프리캐스트 콘크리트 블록들을 배열 적층할 때, 인접한 다른 프리캐스트 콘크리트 블록의 전단연결재들과 서로 간섭되지 않는 형태로 배치되고,
- [0029] 상기 D) 단계는 상기 전단연결재들이 노출된 프리캐스트 콘크리트 블록들 사이의 공간에 콘크리트를 타설하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 또한 본 발명에 따른 수직형 터널의 시공 방법에서
- [0031] 상기 프리캐스트 콘크리트 블록은 양측단에서 외부면을 따라 측방향으로 연장 돌출된 연결편을 포함하고,
- [0032] 상기 D) 단계는
- [0033] 서로 접하는 연결편들 사이를 필러로 메우는 마감 처리 공정과,
- [0034] 프리캐스트 콘크리트 블록들의 양측단 내부면에 내부 거푸집을 설치하는 공정,
- [0035] 그리고 상기 연결편들과 상기 내부 거푸집 사이에 콘크리트를 타설하는 공정으로 구성되어, 프리캐스트 콘크리트 블록의 연결편을 외부 거푸집으로 활용하는 것을 특징으로 한다.
- [0036] 나아가 본 발명에 따른 수직형 터널의 시공 방법에서
- [0037] 상기 프리캐스트 콘크리트 블록은 내부면에서 돌출 형성된 지지턱을 포함하고,
- [0038] 상기 D) 단계는
- [0039] 상기 지지턱 상부에 수직형 터널의 프리캐스트 충전 슬래브를 설치하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0040]

### 발명의 효과

- [0041] 본 발명에 따른 수직형 터널의 시공 방법은 원호 형상의 프리캐스트 콘크리트 블록들이 인접한 다른 프리캐스트 콘크리트 블록들과 상하 접합면의 높이가 서로 다르게 상하 교차 배열된 상태로 적층되어 수직형 터널이 완성되므로, 대형의 수직형 터널 시공에 프리캐스트 시공법을 적용하는데 따르는 현실적인 제약을 모두 해소할 수 있으므로, 일반적인 프리캐스트 시공법의 장점들, 즉 콘크리트 현장 타설 및 양생 불필요에 따른 시공 기간의 단축, 균등한 품질 관리 가능, 시공의 편의성 확보와 같은 장점 등을 기대할 수 있는 매우 유용한 발명이다.

- [0042] 특히 본 발명에 따른 수직형 터널의 시공 방법은 프리캐스트 콘크리트 블록들의 상하 접합면이 서로 다른 높이로 조립되어 수직형 터널이 완성되므로, 상하 적층되는 블록들의 결합부에 대하여 수직형 터널의 외부에서 내부 방향으로 작용하는 압력에 대항하는 접합성능을 향상시켜 시공 후 안전성이 매우 높은 효과가 있다.
- [0043] 그리고 본 발명에 따른 수직형 터널의 시공 방법은 프리캐스트 콘크리트 블록의 양측단에서 돌출된 전단연결재들이 인접한 다른 블록의 전단연결재들과 서로 간섭되지 않는 형태로 배치되어 있으므로, 양측 블록들 사이의 공간으로 다른 높이의 블록을 삽입하여 설치함으로써 블록들이 상하 교차 배열된 형태의 수직형 터널 시공에 적합하며, 전단연결재를 이용한 블록들간의 접합성능을 증대시킬 수 있다.
- [0044] 나아가 본 발명에 따른 수직형 터널의 시공 방법은 프리캐스트 콘크리트 블록 양측단에서 외부면을 따라 측방향으로 돌출된 연결편을 도입하여, 블록들 사이의 연결편들을 메워 외부 거푸집으로 활용할 수 있으므로, 내부 거푸집만을 추가 설치하여, 연결편들과 내부 거푸집 사이의 공간에 바로 콘크리트를 타설함으로써 블록들간의 연결이 이루어져 시공이 매우 편리한 장점이 있다.
- [0045] 아울러 본 발명에 따른 수직형 터널의 시공 방법은 프리캐스트 콘크리트 블록의 내부면 상에서 돌출 형성된 지지턱을 도입하여, 상기 지지턱의 상부에 프리캐스트 층간 슬래브를 설치할 수 있으므로, 수직형 터널의 층간 구조가 매우 견고하게 유지될 수 있으며, 이에 따라 비상계단, 엘리베이터, 그리고 각종 작업 및 점검 설비의 설치 안전성을 보장할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [0046] 도 1a, 도 1b, 도 1c는 수직형 터널의 구조를 설명하기 위한 도면들.  
 도 2는 본 발명에 따른 수직형 터널의 시공 방법을 설명하기 위한 블록도.  
 도 3은 본 발명에 의해 시공된 수직형 터널의 외관 사시도.  
 도 4는 본 발명에 의해 시공된 수직형 터널의 일부 분해 사시도.  
 도 5a 및 도 5b는 본 발명에 의해 시공된 수직형 터널의 요부 평면도 및 정면도.  
 도 6 및 도 7은 본 발명에 의해 시공된 수직형 터널의 요부 측단면도들.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0047] 본 발명은 다양한 변형을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 구현예(態樣, aspect)(또는 실시예)들을 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0048] 각 도면에서 동일한 참조부호, 특히 십의 자리 및 일의 자리 수, 또는 십의 자리, 일의 자리 및 알파벳이 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 기능을 갖는 부재를 나타내고, 특별한 언급이 없을 경우 도면의 각 참조부호가 지칭하는 부재는 이러한 기준에 준하는 부재로 파악하면 된다.
- [0049] 또 각 도면에서 구성요소들은 이해의 편의 등을 고려하여 크기나 두께를 과장되게 크거나(또는 두껍게) 작게(또는 얇게) 표현하거나, 단순화하여 표현하고 있으나 이에 의하여 본 발명의 보호범위가 제한적으로 해석되어서는 안 된다.
- [0050] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 구현예(태양, 態樣, aspect)(또는 실시예)를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0051] 본 출원에서, ~포함하다~ 또는 ~이루어진다~ 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요

소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0052] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0053] 본 명세서에서 기재한 ~제1~, ~제2~ 등은 서로 다른 구성 요소들을 구분하기 위해서 지칭할 것일 뿐, 제조된 순서에 구애받지 않는 것이며, 발명의 상세한 설명과 청구범위에서 그 명칭이 일치하지 않을 수 있다.
- [0054] 본 발명에 따른 수직형 터널의 시공 방법을 설명함에 있어 편의를 위하여 엄밀하지 않은 대략의 방향 기준을 도 3을 참고하여 특정하면, 중력이 작용하는 방향을 하측으로 하여 보이는 방향 그대로 상하좌우를 정하고, 수직형 터널의 길이방향을 종방향으로 하여 이와 직교되는 방향을 횡방향으로 정하고, 다른 도면과 관련된 발명의 상세한 설명 및 청구범위에서도 다른 특별한 언급이 없는 한 이 기준에 따라 방향을 특정하여 기술한다.
- [0055] 설명에 앞서, 본 발명에 의해 시공되는 수직형 터널(VT)은 도 1a 내지 도 1c와 같이, 전동 열차 등이 통과하는 수평형 터널(HT) 일측, 지상에서 지하로 수직방향으로 굴착된 굴착공(미도시)에 설치되는 것으로, 수평형 터널(HT)의 환기, 수평형 터널의 유지 보수를 위한 작업 통로 내지 화재와 같은 재난 발생 시 대피로로 활용할 수 있는 구조물이다.
- [0056] 이 경우 수평형 터널(HT)과 수직형 터널(VT) 사이에는 환기로(1)와, 대피로(2)가 각각 마련되어 있으며, 수직형 터널의 내부 공간을 따라 중앙에 비상계단(4)이 설치되며, 비상계단을 중심으로 엘리베이터 승강로(3)와, 환기구(5), 각종 설비의 이동 또는 설치를 위한 개구 공간(6) 등을 포함한다.
- [0057] 상기 비상계단(4)은 수직형 터널의 길이방향을 따라 지그재그 구조로 설치되며, 비상계단은 다른 나머지 통로(공간)들과 내부벽체(30)를 통해 서로 구획화되어 수평형 터널 등에서 화재가 발생할 경우, 연기가 비상계단으로 유입되는 것을 방지하고, 비상계단별로 각 층에는 슬래브(20)가 설치되어 있다.
- [0058] 이하에서는 상기와 같은 구조의 수직형 터널을 대표하여, 본 발명에 따른 프리캐스트 콘크리트 블록들을 이용한 수직형 터널의 시공 방법을 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다.
- [0059] 우선 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 수직형 터널의 시공 방법은
- [0060] 지반의 굴착공에 수직형 터널(VT)을 설치하는 시공 방법에 있어서,
- [0061] A) 원호 형상의 프리캐스트 콘크리트 블록(10) 다수를 준비하는 단계(S10);
- [0062] B) 상기 굴착공의 내부면을 따라 상기 A) 단계의 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들을 원형으로 배열하여 적층하되, 인접한 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들의 상하 접합면 높이가 서로 다르게 형성되도록 설치하는 단계(S20);
- [0063] C) 상기 B) 단계에서 설치된 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들 내부에 프리캐스트 층간 슬래브(20)를 설치하는 단계; 및
- [0064] D) 상기 B) 단계와 상기 C) 단계를 반복 실시하여 수직형 터널(VT)을 완성하는 단계;를 포함하여 이루어진다.
- [0065] 도 3 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 A) 단계에서 제작되는 프리캐스트 콘크리트 블록(10)은 공장에서 규격에 맞게 미리 제작되는 것으로, 거푸집에 수직 철근(11a)과 수평 철근(11b)을 삽입한 상태에서 콘크리트를 타설하여 양생한 후 거푸집을 제거하여 완성된다.
- [0066] 상기 수직 철근(11a)은 콘크리트 블록(10)의 상부로 노출되도록 삽입되어 있는데, 도 6과 같이, 돌출부(14)를 기준으로 2열의 수직 철근이 구비된 경우, 내, 외부의 수직 철근(11a)들은 서로 교차 배열된 일부만이 콘크리트 블록(10) 상부로 노출되는 것이 바람직하며,

- [0067] 콘크리트 블록(10)의 하부에는 매립된 수직 철근(11a)의 하부가 삽입된 연결 슬리브(12)가 콘크리트와 함께 양생되면서 매립되도록 제작함으로써, 콘크리트 블록(10)을 상하로 적층할 때 하부 콘크리트 블록(10)의 수직 철근(11a) 상단부가 상부 콘크리트 블록(10)의 연결 슬리브(12)에 삽입될 수 있도록 한다.
- [0068] 그리고 도 4 및 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 상면을 따라 돌출부(13)가 형성되어 있고, 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 하면을 따라 상기 돌출부(13)에 상응하는 삽입홈(14)이 형성되어, 프리캐스트 콘크리트 블록(10)을 적층하였을 때 하부 콘크리트 블록의 돌출부(13)가 상부 블록의 삽입홈(14)에 삽입됨으로써 전단기로 기능하게 된다.
- [0069] 또한 프리캐스트 콘크리트 블록들간의 결합 구조를 도시한 평면도인 도 5의 [A] 및 정면도인 5의 [B]에 도시된 바와 같이, 상기 프리캐스트 콘크리트 블록(10)은 양측면을 따라 결합강관(15a)이 콘크리트와 함께 양생되면서 매립되도록 제작되며, 상기 결합강관(15a)에 전단연결재(15)를 삽입하여, 상기 전단연결재(15)가 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 측방향으로 일부 돌출되는 형태로 제작된다.
- [0070] 상기 전단연결재(15)를 결합강관(15a)에 삽입할 때에 에폭시 수지 등으로 전단연결재와 결합강관 사이를 마감처리 공정이 수반될 수 있음은 물론이다.
- [0071] 이때 양측 전단연결재(15)들이 동일 위치에 구비되어 있으면, 프리캐스트 콘크리트 블록(10)을 원형으로 배열하거나 적층할 때 양측의 전단연결재(15)들이 서로 겹치게 되므로, 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 전단연결재(15)들은 인접한 다른 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 전단연결재(15)들과 서로 간섭되지 않는 형태로 배치된다.
- [0072] 이 경우 측방향으로 돌출된 전단연결재(15)들이 서로 간섭되지 않도록 하는 방식은 프리캐스트 콘크리트 블록의 양측면에서 돌출되는 전단연결재 위치를 다르게 한다.
- [0073] 즉, 도 5a의 [A]와 같이, 일측 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 우측면에 구비되는 전단연결재(15)들이 콘크리트 블록의 내부면 방향(내부 커푸집(F) 방향)으로 쏠리도록 돌출되고, 타측 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 좌측면에 구비되는 전단연결재(15)들은 콘크리트 블록의 외부면 방향(연결편(16) 방향)으로 쏠리도록 돌출되어 대향하는 전단연결재(15)들이 지그재그 형태로 교차되는 방식,
- [0074] 또는 도 5b의 [B]와 같이, 일측 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 전단연결재(15)들이 콘크리트 블록의 측면 안쪽에서 돌출되고, 타측 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 전단연결재(15)들은 콘크리트 블록의 측면 바깥쪽에서 돌출되는 방식,
- [0075] 또는 도면에 도시되지 않았으나 양측 전단연결재(15)들이 형성 높이를 서로 다르게 하여 양측 전단연결재(15)들이 서로 교차되지 않도록 하는 방식 등 다양한 방식 등을 통해 프리캐스트 콘크리트 블록(10)을 나란히 배열하였을 때 양측 전단연결재(15)들과 서로 교차되지 않도록 할 수 있다.
- [0076] 이때 양측 전단연결재(15)들은 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 양측면의 측방향으로 돌출되어 있는데, 전단연결재(15)들이 콘크리트 블록(10)의 측면과 직교되는 수평방향으로 구비될 경우, 적층된 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들의 상하방향 또는 외부에서 내부방향으로 가해지는 압력에 대항하는 전단성능을 발휘하기 어려우므로,
- [0077] 도 5a의 [B] 및 도 5b의 [B]에 도시된 바와 같이, 본 발명의 프리캐스트 콘크리트 블록(10)은 전단연결재(15)가 양측면을 따라 다수 형성되어 있되, 콘크리트 블록(10) 측면의 수직방향에 대하여 상하로 경사진 형태로 배열된다.
- [0078] 즉, 도 5a의 [B]와 같이, 동일한 높이로 형성된 대향하는 전단연결재(15)들이 서로 동일 방향으로 경사지게 배열되어 크로스(cross)되는 방식,
- [0079] 또는 도 5b의 [B]와 같이, 상이한 높이로 형성된 대향하는 전단연결재(15)들이 상하 교차 배열되는 방식 등과 같이,
- [0080] 전단연결재(15)들의 매립 각도를 서로 어긋나도록 소정 각도로 기울어지도록 설치하여, 프리캐스트 블록(10)들의 전단성능 및 인발저항성능을 향상시킬 수 있다.
- [0081] 이는 양측에 인접한 콘크리트 블록(10)의 접합부에 상하방향 또는 내부방향으로 압력이 작용하는 경우, 각 콘크리트 블록(10)이 인발, 분리되는 것을 방지하여 접합성능을 극대화시키기 위한 구성이다.
- [0082] 즉, 양측에 인접한 콘크리트 블록(10)의 측방향 접합면(S1; 도 3 참고.)에 내부방향으로 압력이 가해지더라도,

원형의 수직형 터널(VT) 구조 상 측방향 접합면에 크랙이 발생하거나 콘크리트 블록(10)이 인발될 위험이 적은 반면에(내부방향으로 작용하는 압력에 대하여는 인접한 다른 콘크리트 블록(10)이 저항성능을 보강하게 되고, 굴착공의 내부면이 수직형 터널 외부로 지지하므로 내부에서 외부방향으로는 가해지는 압력에 저항할 수 있음.),

- [0083] 상하부로 적층된 콘크리트 블록(10)의 측방향 접합면(S1; 도 3 참고)은 수직방향으로 가해지는 압력에 대하여 저항성능이 취약한 것을 보강하기 위한 구성이다(상하부로 적층된 콘크리트 블록(10)의 상하 접합면(S2)에 대하여 외부에서 내부방향으로 작용하는 압력에 대항하는 저항성능은 후에 상세히 설명함.).
- [0084] 도면에 도시되지 않았으나, 이러한 접합성능 및 인발저항성능을 극대화한 전단연결재(15)의 구성은 후술하는 내부 벽체(30)와, 프리캐스트 층간 슬래브(20)의 연결부에도 동일하게 적용된다.
- [0085] 또한 본 발명의 프리캐스트 콘크리트 블록(10)은 양측단에서 외부면을 따라 측방향으로 연장 돌출된 연결편(16)이 구비되어, 후술하는 수직형 터널(VT)의 설치단계에서 연결편(16)을 외부 거푸집으로 활용할 수 있도록 제작된다.
- [0086] 그리고 상기 연결편(16)은 외협내광(外狹內廣)의 구조로 이루어져 충분한 타설 공간의 확보 및 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들 간의 간섭을 최소화하는 것이 보다 바람직하다.
- [0087] 다시 도 3 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 프리캐스트 콘크리트 블록(10)은 내부면에서 돌출 형성된 지지턱(18)을 포함하여 이루어져, 상기 지지턱(18) 상부에 프리캐스트 층간 슬래브(20; 도 5 참고.)를 설치할 수 있도록 제작된다.
- [0088] 이렇게 제작된 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 두께 및 상하, 좌우 길이, 그리고 원호 형상의 각도는 수직형 터널(VT)의 사양(직경 및 설치 깊이 등)에 따라 프리캐스트 콘크리트 블록(10)을 최소화시켜 운반 및 보관이 용이한 사이즈로 제작된다.
- [0089] 도 2 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 공장에서 제작된 다수의 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들을 차량 등을 이용하여 시공 장소로 운반하여 준비하는 A) 단계(S10)가 완료되면, B) 단계(S20)로써, 지반의 굴착공의 내부면을 따라 프리캐스트 콘크리트 블록(10)을 원형으로 배열하여 적층한다(S21).
- [0090] 이때 지반의 굴착공 최하층에 설치되는 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들은 인접한 다른 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들과 상부면 높이가 서로 다르게 설치된다.
- [0091] 이 경우 최하층 옆에 배열되는 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들의 상부 접합면의 높이 서로 다르게 설치하는 방법은 도 3과 같이, 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들 자체의 높이를 서로 다른 2개의 규격으로 제작하여, 대(大) 사이즈의 프리캐스트 콘크리트 블록(10B)과, 소(小) 사이즈의 프리캐스트 콘크리트 블록(10A)을 순차적으로 원형 배열, 설치하는 방식(제1 방식),
- [0092] 또는 도면에 도시되지 않았으나, 동일한 규격의 프리캐스트 콘크리트 블록(10)을 준비한 후 프리캐스트 콘크리트 블록(10)을 배열할 때 지반에 서로 다른 높이로 매설하는 방식(제2 방식) 등이 있는데,
- [0093] 제2 방식의 경우 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 규격이 일정하므로 제작이 편리한 장점이 있으나, 최상층의 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들의 높이를 동일하게 맞추어 수직형 터널을 완성하기 위해선, 결국 다른 규격의 프리캐스트 콘크리트 블록(10A, 10B; 도 3 참고.)의 사용이 불가피하므로, A) 단계에서 프리캐스트 콘크리트 블록(10)을 두 개의 규격으로 별도 제작하는 것이 보다 바람직하다.
- [0094] 이때 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 양측면 결합장관(15a)에 전단연결재(15)를 미리 삽입한 상태에서 콘크리트 블록(10)들을 배열, 설치하거나, 또는 콘크리트 블록(10)들을 먼저 배열한 다음 전단연결재(15)를 삽입하는 것 모두 가능하며, 이는 내부 벽체(20)를 연결하는 공정에도 동일하게 적용된다.
- [0095] 이렇게 최하층의 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들의 설치가 완료되면, 그 상면에 맞대어 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들을 순차적으로 적층하면서 원형으로 배열하여, 양측에 인접한 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들의 상하 접합면(S2) 높이가 서로 다르게 형성되도록 설치한다.
- [0096] 상기 B) 단계(S20)에서 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들의 상하 접합면(S2) 높이가 서로 다르게 설치되므로 그 위에 적층되는 프리캐스트 콘크리트 블록(10H; 도 4 참고.)은 양측에 인접한 다른 프리캐스트 콘크리트 블록

(10B)들 사이의 공간에 끼워지듯이 설치된다.

- [0097] 이렇게 수직형 터널(VT)의 외벽체를 형성하는 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들을 상하부 접합면(S2)의 높이가 서로 다르게 상하 교차 배열하는 이유는 상하 적층된 콘크리트 블록(10)의 상하 접합면(S2)에 대하여 원주방향(즉 콘크리트 블록의 좌우 측방향) 또는 횡방향(보다 엄밀하게는 외부에서 내부방향)으로 가해지는 압력에 의하여 크랙이 발생하거나 콘크리트 블록(10)이 인발, 분리되는 것을 방지하기 위함이다.
- [0098] 이는 상술한 바와 같이, 양측에 인접한 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 측방향 접합면(S1)은 수직형 터널(VT)의 원형 구조 및 전단연결재(15)의 경사 배치 구조를 통해 가해지는 압력의 방향에 상관없이 저항능력이 발휘되어 크랙 발생이나 인발을 방지할 수 있는데 반해,
- [0099] 상하 적층된 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 상하 접합면(S2)은 비록 돌출부(13)와 삽입홈(14), 그리고 수직철근(11a)의 결합 구조를 통해 전단성능이 발휘되나, 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들의 상하 접합면(S2) 높이가 모두 동일하게 설치되는 경우 수직형 터널(VT)의 원주방향으로 작용하는 응력 또는 내부방향으로 작용하는 압력에 의하여 크랙 등이 발생하기 쉬운 구조에 기인한 구성이다.
- [0100] 따라서 본 발명과 같이, 인접한 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들의 상하 접합면(S2) 높이를 서로 다르게 상하 교차 배열하게 되면, 일렬로 적층되는 콘크리트 블록(10)이 양측에 인접한 다른 콘크리트 블록(10)들에 의하여 접합성능이 보장되어 상기와 같은 문제점을 방지할 수 있게 된다.
- [0101] 도 3의 미설명 부호 H1, H2는 환기로(1)와 대피로(2)를 수직형 터널에 연결시키기 위한 개구부이며, 이러한 개구부는 별도 규격의 프리캐스트 콘크리트 블록을 제작하여 설치된다.
- [0102] 이어서 상기 B) 단계(S20)에서 프리캐스트 콘크리트 블록의 적층 공정(S21)이 완료되면, 적층된 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들을 서로 연결한다.
- [0103] 먼저 프리캐스트 콘크리트 블록(10)을 적층하면서 상하 접합면(S2)을 연결하는 방법은 접합면에 에폭시 수지를 도포하여 방수성을 보장하고, 외벽에 방수처리를 하거나, 접합면에 지수재를 설치할 수 있으며, 그밖에 상술한 종래기술과 같이, 완성된 박스부재를 적층하는 공지된 프리캐스트 시공법에 활용된 다양한 방식의 연결 방법을 모두 적용할 수 있다.
- [0104] 그리고 프리캐스트 콘크리트 블록(10)을 적층하면서 측방향 접합면(S1)을 연결하는 방법은 접합면 사이의 공간에 콘크리트를 타설하여 연결해야 하는데(프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 원호(좌우) 길이를 수직형 터널(VT)의 원주 길이의  $1/n$  규격으로 제작하게 되면, 양측에 배열된 콘크리트 블록(10)들 사이의 공간에 다른 콘크리트 블록을 끼워 넣기 어려우므로 인접한 콘크리트 블록(10)들 사이에 일정 간격이 형성되어야 하고, 이 간격에 콘크리트를 타설하여 인접한 두 콘크리트 블록(10)를 결합하게 됨),
- [0105] 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 외부면과 굴착공의 내부면 사이의 공간은 매우 협소할 수밖에 없으므로 콘크리트 타설을 위한 거푸집의 설치 및 해체가 용이하지 않은 문제점이 있다.
- [0106] 이에 본 발명은 상기한 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 연결편(16)을 외부 거푸집으로 활용함으로써, 상기한 문제점을 해결하였다.
- [0107] 이를 위하여, 상기 B) 단계(S20)는 상기 프리캐스트 콘크리트 블록의 적층 공정(S21) 후,
- [0108] 서로 접하는 연결편(16)들 사이를 필러(17)로 메우는 마감 처리 공정(S22)과,
- [0109] 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들의 내부면에 내부 거푸집(F)을 설치하는 공정(S23),
- [0110] 그리고 상기 연결편(16)들과 상기 내부 거푸집 사이에 콘크리트(C)를 타설하는 공정(S24)을 포함하여 이루어진다.
- [0111] 즉, 도 5에 도시된 바와 같이, 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들 양측단 외부면에서 연장 돌출된 연결편(16)을 도입하게 되면, 콘크리트 블록(10) 설치를 위한 여유 공간을 확보함과 동시에, 사이의 간극을 필러(17)로 메우기 매우 쉬운 뿐만 아니라, 전단연결재(15) 설치 공간이 자연적으로 확보되므로 연결편(16)들을 외부 거푸집으로 활용하고,
- [0112] 수직형 터널(VT)의 내부는 동바리 설치 등이 용이하고 작업 공간 확보가 쉬우므로, 인접한 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들 내부면에 공지된 내부 거푸집(F)을 설치함으로써 연결편(16)들과 내부 거푸집(F) 사이에 콘크리트

(C) 타설 공간을 확보하여 콘크리트(C)를 이용한 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들 간의 연결이 가능해진다.

- [0113] 이때 내부 거푸집(F) 설치 전에 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들 사이의 공간에 수직 철근(19a) 및 수평 철근(19b)의 설치된 일반 콘크리트 시공법과 동일하다.
- [0114] 이렇게 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들을 상하 교차 배열되는 형태로 적층하면서 내부 거푸집(F)을 설치한 다음, 연결편(16)들과 내부 거푸집(F) 사이의 공간에 콘크리트(C)를 타설한 후 콘크리트(C)의 양생이 완료되면 내부 거푸집(F)만을 해체함으로써 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 적층과 연결이 완료된다.
- [0115] 이 경우, 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 높이 규격에 따라, 2 ~ 3개 층의 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들을 한 번에 적층한 후 콘크리트 시공을 한 번에 실시하거나,
- [0116] 1개 층의 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들을 적층한 다음 콘크리트 시공을 실시하고, 그 위에 다시 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들을 적층한 후 다시 콘크리트 시공을 반복 실시할 수 있으며,
- [0117] 이는 수직형 터널의 직경, 층간 높이 등의 사양에 따라 시공 안(22전성)을 감안하여 선택하는 것이 보다 바람직하다
- [0118] 이때 후술하는 층간 슬래브(20)의 설치 단계 역시, 수직형 터널의 사양에 따라, 2 ~ 3개 층의 콘크리트 블록 설치 후 실시되거나, 1개 층의 콘크리트 블록 설치 후 실시될 수 있음은 물론이다.
- [0119] 한편 대형의 수직형 터널(VT)의 경우 상술한 바와 같이, 수직형 터널(VT)을 여러 층으로 구획화한 상태에서, 각 층에 내부 벽체(30)를 설치하여 엘리베이터 승강로(3), 비상계단(4), 환기구(5), 공간(6) 등을 형성해야 하므로,
- [0120] 본 발명은 상기 B) 단계(S20) 완료 후, C) 단계(S30)으로써, 적층된 콘크리트 블록(10) 내부, 즉 콘크리트 블록(10)의 지지턱(18) 상부에 수직형 터널(VT)의 프리캐스트 층간 슬래브(20)를 설치하는 단계를 포함한다.
- [0121] 상기 C) 단계(S30)는 층간 슬래브(20) 설치 시 내부벽체(30)를 함께 설치하는 공정을 포함한다.
- [0122] 상기 프리캐스트 층간 슬래브(20) 역시 프리캐스트 콘크리트 블록(10)과 마찬가지로 공장에서 미리 제작된 것으로, 수직형 터널(VT)의 원형 구조에 대응하는 원판 형상으로 제작되는데, 이 경우 수직형 터널(VT)의 각종 설치 구조에 따라 각 통로(공간)들이 미리 마련되어 있는 대형 사이즈의 층간 슬래브를 소수 사용하거나 또는 각 통로가 개별적으로 천공되어 있는 소형 사이즈의 층간 슬래브를 다수 사용하여 하나의 층을 완성할 수 있다.
- [0123] 즉, 도면에 도시되지 않았으나, 층간 슬래브(20)가 설치될 높이에 지지턱(18)이 구비된 프리캐스트 콘크리트 블록(10)들을 모두 설치한 상태에서
- [0124] 하층의 내부벽체를 먼저 설치한 다음, 내부벽체의 상면과 콘크리트 블록(10)의 지지턱(18) 상부에 대략 3~4 개의 대형 사이즈의 층간 슬래브 설치하는 방식,
- [0125] 또는 도 7과 같이, 콘크리트 블록(10)의 지지턱(10)과 동일한 지지턱(31)을 구비한 내부벽체(30)를 먼저 설치한 다음, 내부벽체(30)와 콘크리트 블록(10) 사이의 지지턱(18)(31) 상부에 소형 사이즈의 층간 슬래브를 순차적으로 설치하는 방식 모두 가능하다.
- [0126] 대형 사이즈의 층간 슬래브를 이용하는 방식은 층간 슬래브(20)의 제작이 단일화되는 장점이 있는 반면에 층간 구조를 다양하게 설계할 수 없으며, 층간 슬래브(20)의 설치 시공이 용이하지 않은 단점이 있고,
- [0127] 소형 사이즈의 층간 슬래브를 이용하는 방식은 층간 슬래브(20)의 제작이 개별적으로 이루어지며, 내부 벽체(30)에 지지턱(31) 구조를 적용해서 제작해야하는 단점이 있는 반면에 층간 구조를 다양하게 설계할 수 있음과 동시에 층간 슬래브(20)의 설치 시공이 용이하다는 장점이 있으며,
- [0128] 따라서 시공자는 이러한 장단점을 고려하여, 수직형 터널(VT)의 설계 구조에 맞는 방식을 적용하는 것이 보다 바람직하다.
- [0129] 여기서 지지턱(18) 상부에 층간 슬래브(20)를 설치하는 방법은 도 6에 도시된 바와 같이, 지지턱(18) 상부로 돌출된 스테드(18a)를 이용한다.
- [0130] 즉, 도 6과 같이, 프리캐스트 콘크리트 블록(10) 제작 시 층간 슬래브(20)가 설치될 콘크리트 블록(10)의 경우 지지턱(18)에 수직방향의 스테드(18a) 다수가 상측으로 돌출되도록 매립하여 제작하고, 층간 슬래브(20)(대형

또는 소형 사이즈 모두에 적용됨.)에 상기 스테드(18a)가 삽입되는 포켓부(21)가 천공되도록 제작하여,

[0131] 층간 슬래브(20)를 지지턱(18) 상부에 장착할 때 포켓부(21)에 스테드(18a)들이 삽입되도록 설치한 다음 포켓부(21)에 콘크리트(C)를 타설하게 되면 콘크리트(C)가 양생되면서 스테드(18a)들이 결합되어 지지턱(18)과 층간 슬래브(20)가 서로 결합된다.

[0132] 이 경우 층간 슬래브(20)의 외측면과 콘크리트 블록(10)의 내부면 사이에 접면에는 그라우팅재(G)를 통한 마감 처리 작업이 수반될 수 있다.

[0133] 이때 소형 사이즈의 층간 슬래브를 도입하는 경우 층간 슬래브(20)의 설치에 앞서, 도 7에 도시된 바와 같이, 양측면에 지지턱(31)이 돌출된 내부 벽체(30)의 제작 및 설치 작업이 선행된 후, 프리캐스트 콘크리트 블록(10)과 내부 벽체(30)의 지지턱(18)(31) 상부에 분리형 층간 슬래브를 설치하게 되며, 이 경우 내부 벽체(30)의 지지턱(31)과 분리형 층간 슬래브의 결합은 상술한 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 지지턱(18)과 층간 슬래브(20)의 결합과 동일한 방식으로 이루어진다.

[0134] 한편 도면에 도시되지 않았으나, 내부 벽체(30)를 프리캐스트 콘크리트 블록(10)의 내부면에 연결할 때에는 전단연결재의 설치, 거꾸집 설치, 콘크리트 타설이 순차적으로 이루어지며, 이때 타설되는 콘크리트와 프리캐스트 콘크리트 블록의 접면에는 압수 결합 구조의 전단키가 더 도입되는 등 일반 콘크리트 시공 시 벽체들을 연결하는 공지된 기술이 동일하게 적용된다.

[0135] 다만 전단연결재의 배치 각도는 상술한 프리캐스트 콘크리트 블록들을 연결하는 전단연결재와 동일한 구성을 갖는 것이 바람직하다.

[0136] 상기 B) 단계(S20) 및 C) 단계(S30)를 통해 한 층의 수직형 터널의 시공이 완료되면, D) 단계(S40)로써, 상기 B) 단계(S20) 및 C) 단계(S30)를 반복 실시하여, 수직형 터널을 완성한다.

[0137] C) 단계(S30) 완료 후 적층된 콘크리트 블록(10)들은 최하층에서부터 상하 접합면(S2)이 상하 교차 배열된 상태이므로, 설치 완료된 콘크리트 블록(10) 위에 동일한 규격의 콘크리트 블록(10)을 설치하면 수직형 터널(VT)의 수직방향으로 모든 콘크리트 블록(10)들이 상하 교차 배열된다.

[0138] 이렇게 B) 단계(S20) 및 C) 단계(S30)를 반복 실시하여, 지상까지 콘크리트 블록(10), 층간 슬래브(20) 및 내부 벽체(30)의 시공이 완료되면, 최상층 콘크리트 블록(10)들의 상면 높이를 일정하게 한 후, 그 위에 지붕 슬래브(미도시)를 최종적으로 설치하여 수직형 터널이 완성된다.

[0139] 지붕 슬래브를 설치하기 위해, 별도 규격의 프리캐스트 콘크리트 블록(10A, 10B; 도 3 참고.)을 사용하여 수직형 터널(VT)의 최상부 높이를 일정하게 맞추는 것은 상술한 바와 같다.

[0140] 이상으로 본 발명을 설명함에 있어, 지상에서 지하로의 단계적 지반 굴착 단계와, 굴착된 지반의 주변 보호 및 정리 단계, 굴착공의 내부면에 방수 시공을 실시하는 단계, 굴착공의 내부면과 수직형 터널의 외부면 사이에 뒷채움을 주입하는 단계 등 종래 수직형 터널의 시공 방법에서 기본적으로 실시될 수 있는 공지된 다른 공정들에 대한 설명은 본 명세서에서 생략되었음을 밝힌다.

[0141] 또 본 발명을 설명함에 있어 첨부된 도면을 참조하여 특정 형상과 구조를 갖는 프리캐스트 콘크리트 블록들을 이용한 수직형 터널의 시공 방법을 위주로 설명하였으나 본 발명은 당업자에 의하여 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능하고, 이러한 수정, 변경 및 치환은 본 발명의 보호범위에 속하는 것으로 해석되어야 한다.

## 부호의 설명

[0142] VT : 수직형 터널 HT : 수평형 터널

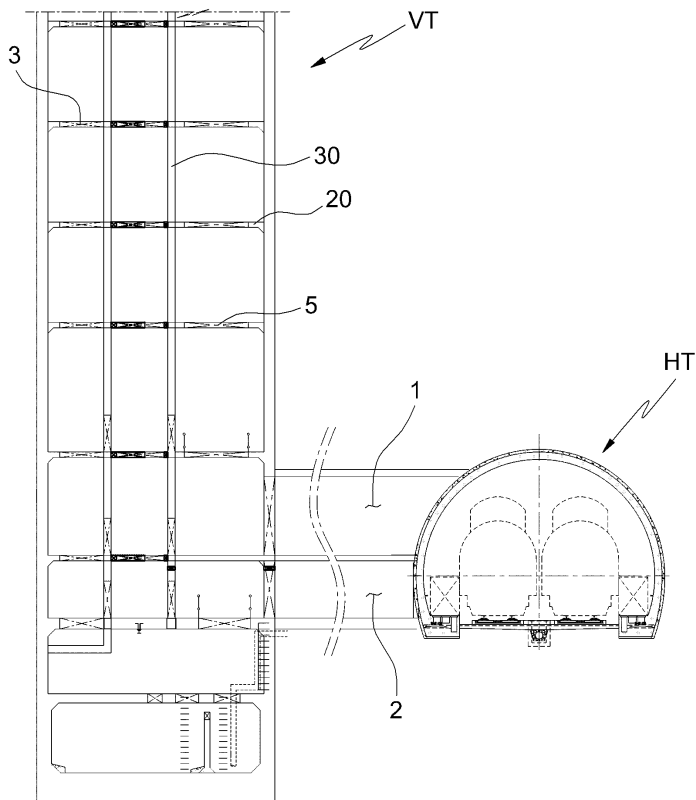
1 : 환기로 2 : 대피로

3 : E/V 승강로 4 : 비상계단

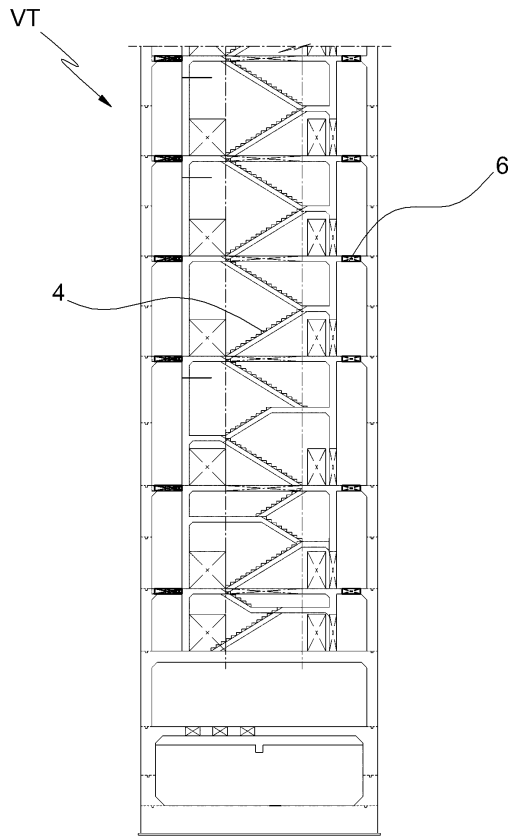
- 5 : 환기구      6 : 공간  
 10 : 프리캐스트 콘크리트 블록    11a, 11b : 철근  
 12 : 연결 슬리브      13 : 돌출부  
 14 : 삽입홈      15 : 전단연결재  
 15a : 결합강관      16 : 연결편  
 17 : 필러      18 : 지지턱  
 18a : 스테드      F : 내부 거푸집  
 20 : 층간 슬래브      21 : 포켓부  
 30 : 내부 벽체      31 : 지지턱

## 도면

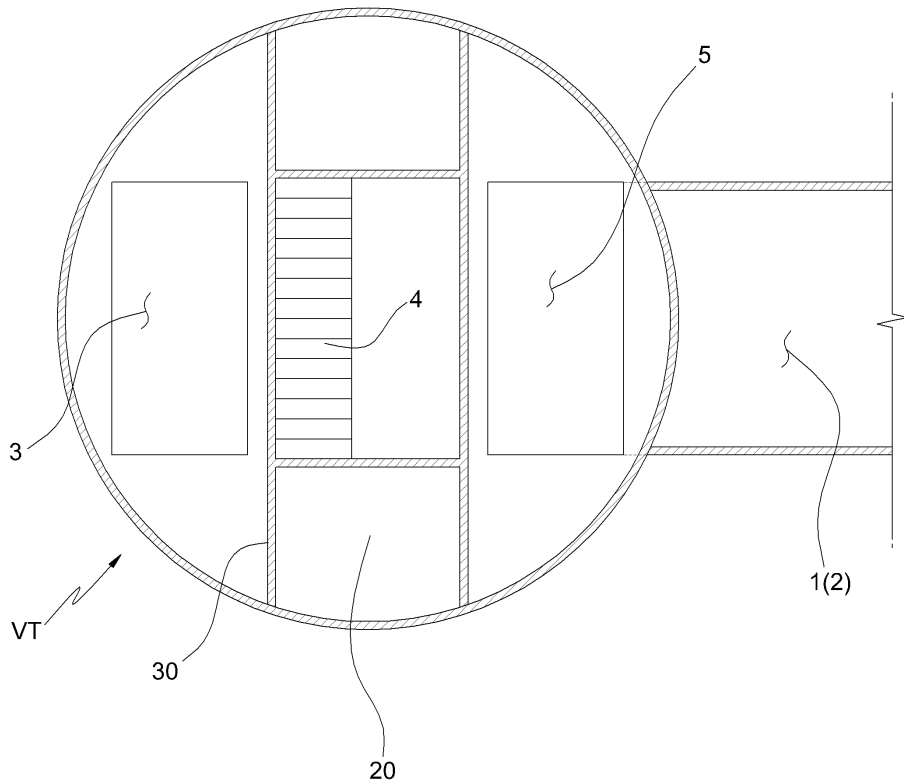
### 도면1a



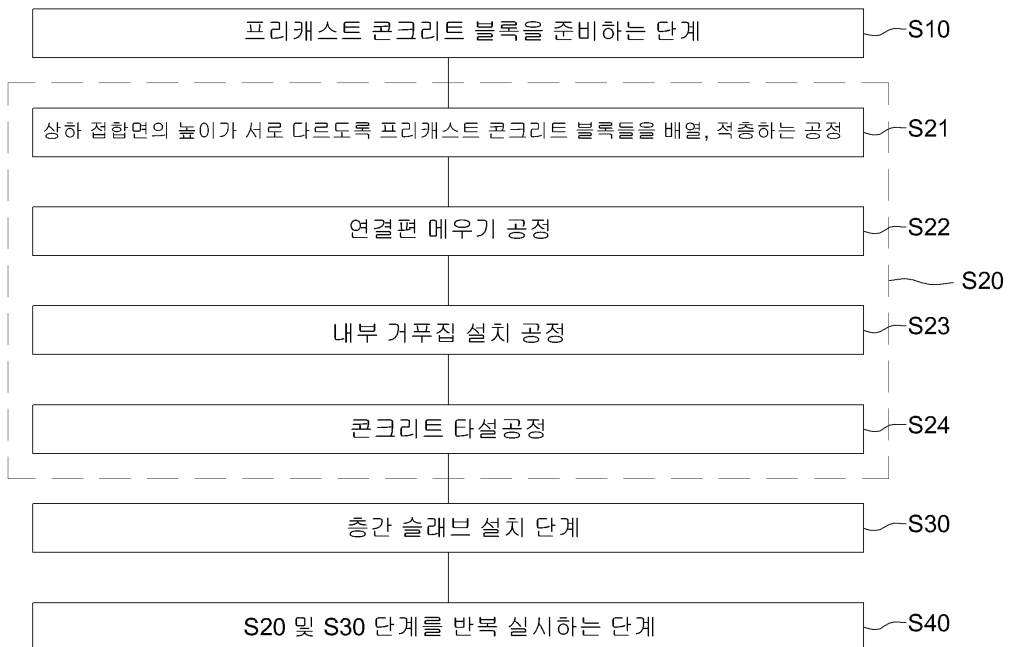
도면1b



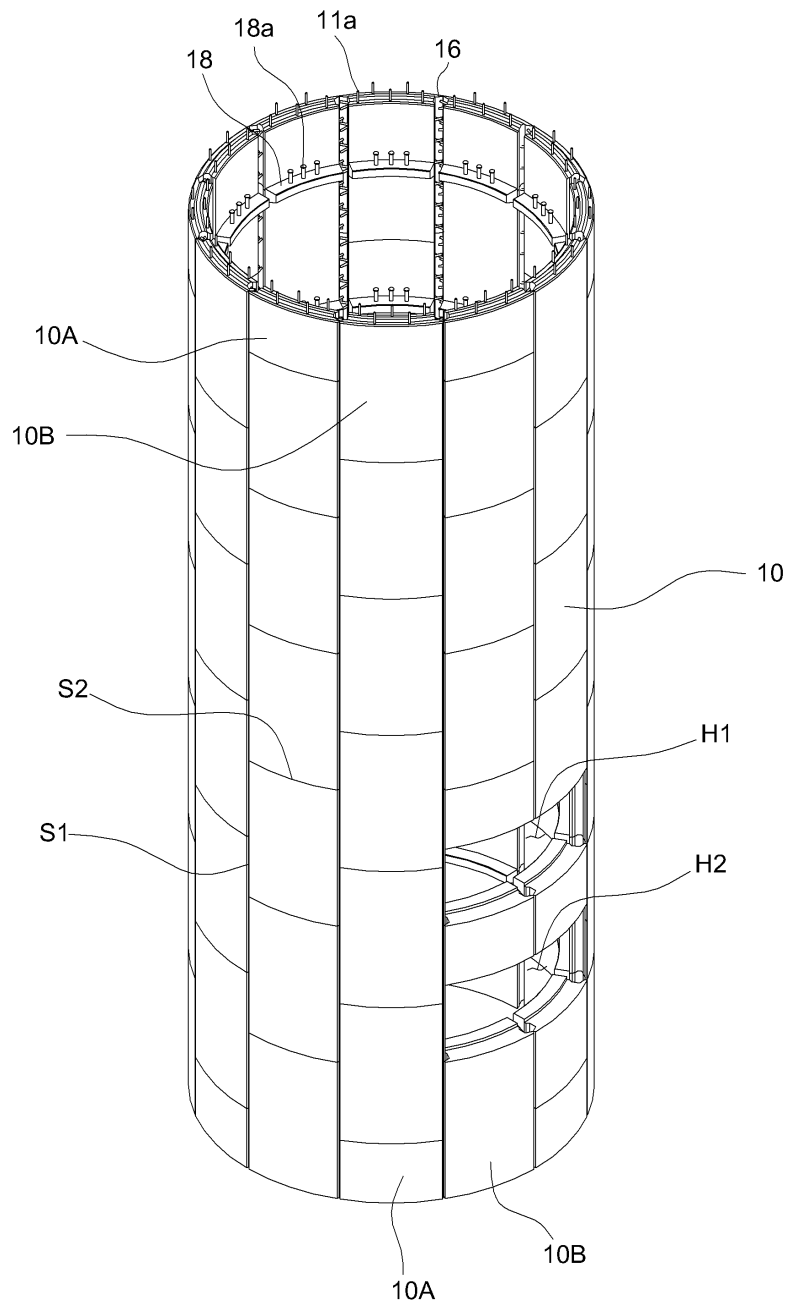
도면1c



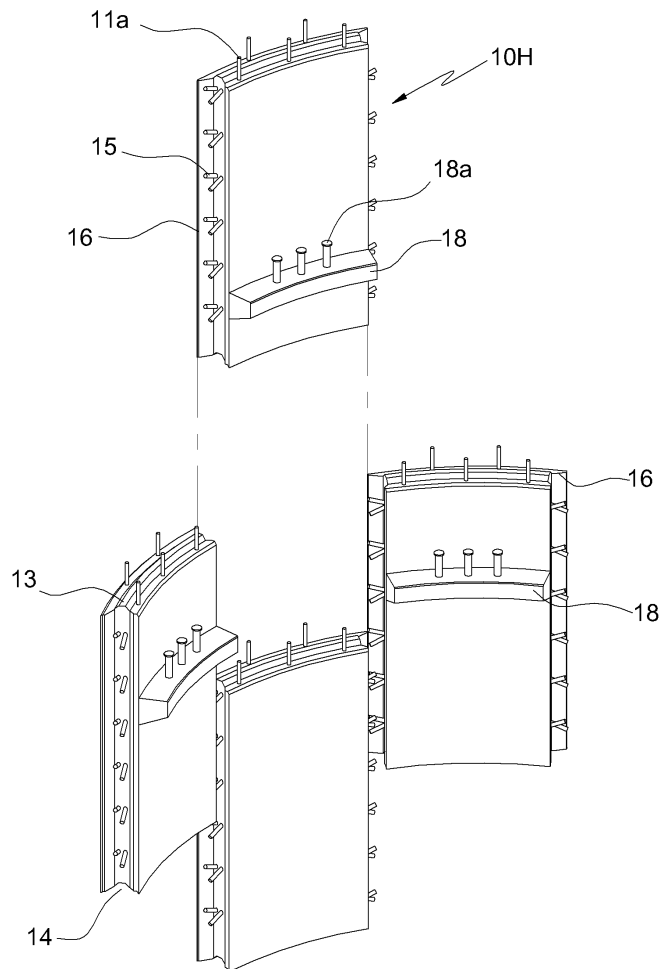
도면2



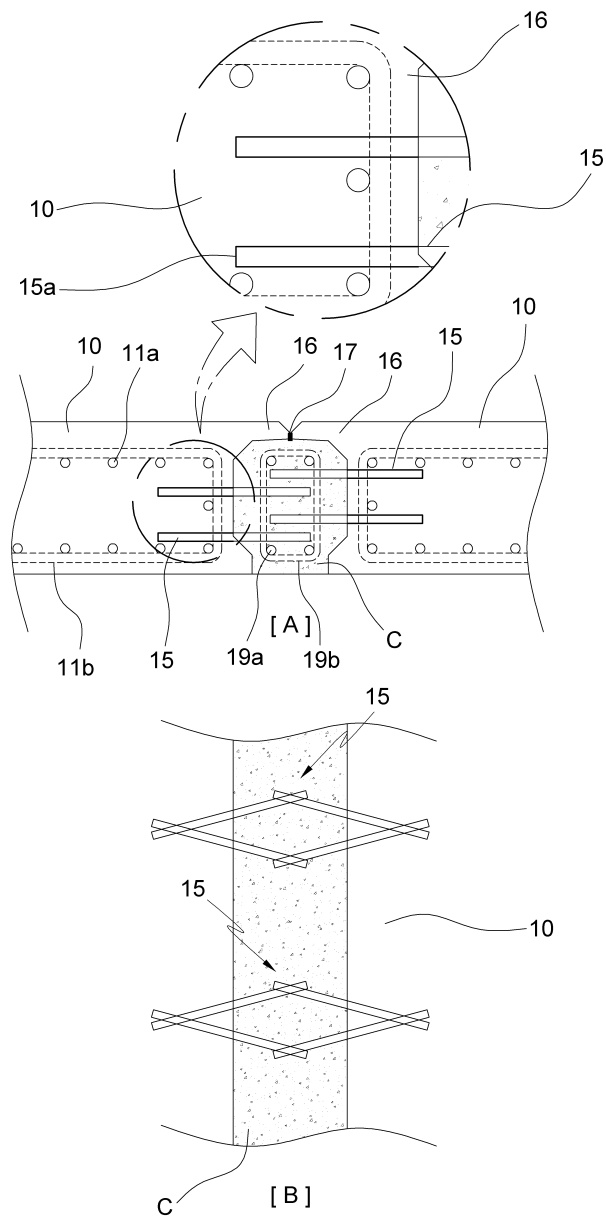
도면3



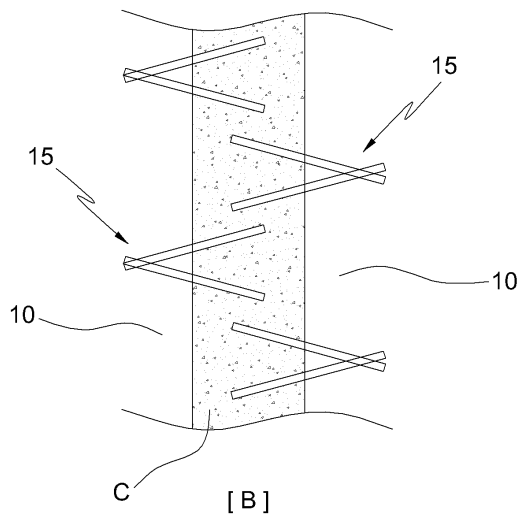
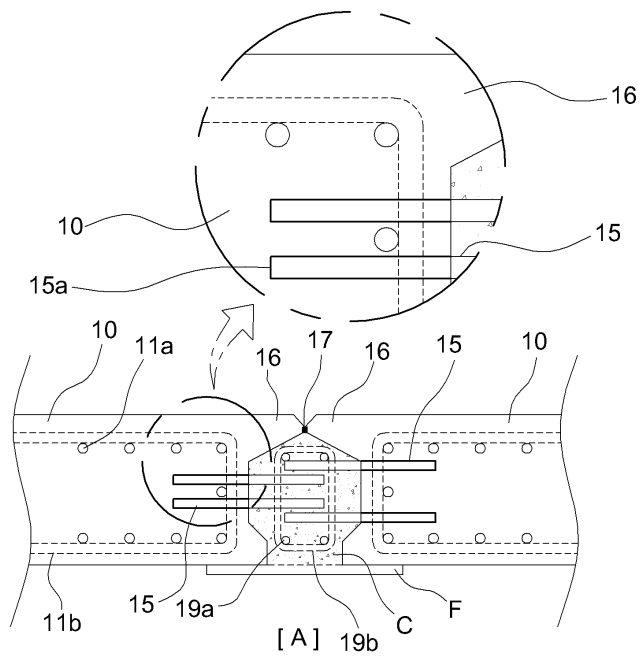
도면4



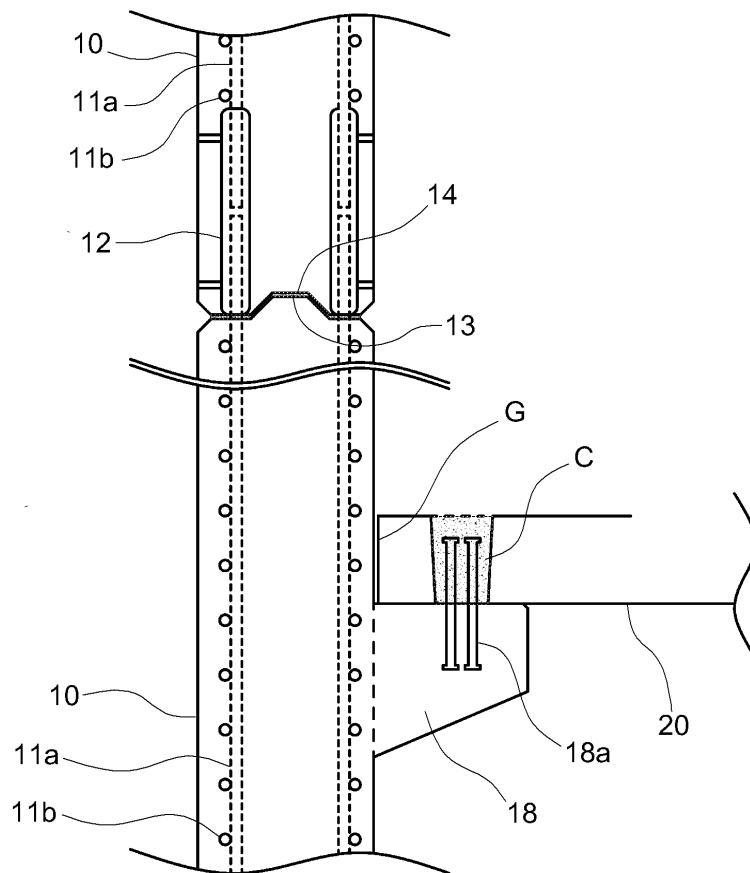
도면5a



도면5b



도면6



도면7

